

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
MINISTERIO DE SALUD  
HOSPITAL LENIN FONSECA



TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE OTORRINOLARINGÓLOGA

TEMA: Cambios auditivos generados en estudiantes de cuarto grado de la escuela Francisco Morazán versus Bello Amanecer del municipio de Managua, en periodo de febrero a noviembre 2014.

AUTORA: Dra. Jeniffer Verónica Calvo Téllez  
Medico Residente de Otorrinolaringología

TUTORA: Dra. María Eugenia González  
Otorrinolaringóloga

ASESORA METODOLÓGICO:

Lic. Alma Lila Pastora  
Master en Salud Pública

Managua 12 de febrero de 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
MINISTERIO DE SALUD

HOSPITAL ANTONIO LENIN FONSECA

**OPINIÓN DEL TUTOR**

La presente tesis para optar al grado de doctora especialista en Otorrinolaringología realizada por la **Dra. Jeniffer Verónica Calvo Téllez** con el título **“Cambios auditivos generados en estudiantes de cuarto grado de la escuela Francisco Morazán versus Bello Amanecer del municipio de Managua en el periodo de Febrero a Noviembre 2014”** cumple con los requisitos contemplados en la metodología de la investigación, con resultados válidos, para darle la utilidad necesaria en la aplicación de medidas de control de ruido ambiental con la participación interinstitucional y ciudadana. Considero que la tesis cumple con las perspectivas de interés social, institucional y académico, apruebo y avalo proceder a la defensa de tesis.

Dra. María Eugenia González  
Otorrinolaringóloga

**Cambios auditivos generados en estudiantes de cuarto grado de la escuela Francisco Morazán versus Bello Amanecer del municipio de Managua, en periodo de febrero a noviembre 2014.**

Dra. Jeniffer Verónica Calvo Téllez. Medico Residente de Otorrinolaringología

**RESUMEN**

El presente estudio de cambios auditivos generados por ruido ambiental a estudiantes de cuarto grado de la escuela Francisco Morazán definido como casos y escuela Bello Amanecer definido como controles, en el departamento de Managua, en el año lectivo 2014, brinda información sobre los cambios auditivos que puede provocar el ruido ambiental al que están expuestos los niños y niñas de los centros escolares en mención, en el cual se identificaron escotomas acústico posterior a la exposición al ruido en los estudiantes, así como factores de riesgos, signos y síntomas que pueden estar relacionados con la exposición al ruido ambiental.

Los niños de la escuela Francisco Morazán estuvieron expuestos a ruido provocado por el motor de un pozo de agua por 5 horas diarias y durante un promedio de 9 meses en el año 2014, encontrando un 12.5% de niños y niñas con escotomas auditivos en la frecuencia de los 4000 hertz, identificando en dos tercera parte de estos niños con antecedentes de complicaciones obstétricas maternas como IVU con el consecuente uso de aminoglucósidos e hipoxia por trabajo de parto prolongado. Los estudiantes de la escuela Francisco Morazán tienen 3.3 veces más riesgo de sufrir PAIR en relación a los estudiantes de bello amanecer con un RR de 3.3, y con una incidencia de PAIR del 12.5%.

**RECOMENDACIONES** Debe darse seguimiento cercano a los niños y niñas que sufrieron cambios auditivos, con la finalidad de evitar deserción de los centros escolares por discapacidad auditiva y promoviendo campañas de educación, información y comunicación para el cumplimiento de las normas en la prevención del daño acústico, a través de la participación ciudadana y autocuidado personal.

## INDICE

	Páginas
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
V. OBJETIVOS	5
VI. MARCO DE REFERENCIA	6
VII. HIPÓTESIS	34
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO	35
IX. RESULTADOS	42
X. ANÁLISIS DE RESULTADOS	45
XI. CONCLUSIONES	48
XII. RECOMENDACIONES	49
XIII. BIBLIOGRAFIA	50
XIV. ANEXOS	51

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

**POR GUIARME Y ACOMPAÑARME SIEMPRE A LO LARGO DE MI VIDA**

### **A MI FAMILIA**

**POR SU TOLERANCIA Y APOYO INCONDICIONAL, SOBRE TODO A MIS HIJAS  
QUIENES SON EL MOTOR EN MI VIDA Y MI MADRE POR SU ESFUERZO  
Y DEDICACIÓN**

### **A NUESTROS DOCENTES**

**POR COMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS EN NUESTRA FORMACIÓN  
ACADÉMICA**

## **AGRADECIMIENTO**

### **A DIOS**

POR PERMITIRME CULMINAR ESTE NUEVO RETO, DÁNDOME SABIDURÍA,  
ENTENDIMIENTO Y RAZÓN NECESARIA PARA SERVIR

### **A MI COMPAÑERO DE VIDA JOSE FRANCISCO ROMERO**

POR SU CONFIANZA, APOYO Y ACOMPAÑAMIENTO EN NUESTRO  
PROYECTO

### **A TODOS LOS DOCENTES CON MENCIÓN ESPECIAL**

A MI TUTORA DRA. MARIA EUGENIA GONZÁLEZ POR SU APOYO  
INCONDICIONAL Y DIRECCIÓN

A GIUDITTA GALLO DE CABEZA POR SU COLABORACIÓN EN ESTE  
PROYECTO DE ORDEN ACADÉMICO Y SOCIAL

## **I. INTRODUCCION**

El presente estudio de cambios auditivos generados por ruido ambiental a estudiantes de cuarto grado de la escuela Francisco Morazán definido como casos y escuela Bello Amanecer definido como controles, en el departamento de Managua, en el año lectivo 2014, brinda información sobre los cambios auditivos que puede provocar el ruido ambiental al que están expuestos los niños y niñas de los centros escolares en mención, para tal efecto se realizaron estudios audiométricos a la población estudiantil de ambas escuela identificando el umbral auditivo inicial en febrero y el estudio de control en noviembre 2014, con el objeto de identificar cambios audiométricos en los estudiantes, así como la identificación de factores de riesgos, signos y síntomas que pueden estar relacionados con la exposición al ruido ambiental, para generar medidas de protección para la población estudiantil y la comunidad, considerando que en la escuela Francisco Morazán cuenta con la existencia de una bomba de agua potable instalada en el área verde a dos metros de distancia de las aulas de clase, se realizó sonografía en las aulas de cuarto grado de la escuela Francisco Morazán y Bello Amanecer contando con el apoyo técnico del Ministerio del Trabajo, encontrando ruido ambiental en los 70 decibeles en el primer centro escolar y de 40 decibeles en los 500 hertz en la escuela Bello Amanecer.

## **II. ANTECEDENTES**

La cantidad de adolescentes que presentan PAIR hace meritorio recolectar su conocimiento respecto a ésta, ya que sus efectos inciden de forma significativa en su desarrollo general normal. De acuerdo a Niskar et al. (2001) un 12.5% de todos los niños y adolescentes en los Estados Unidos entre las edades de 6 a 19 años tienen un desplazamiento en el umbral auditivo por una pérdida auditiva inducida por ruido en uno o en ambos oídos. Algunas de las consecuencias de la PAIR incluyen dificultades en la comunicación, bajo rendimiento académico, reducción en la productividad, aislamiento social, depresión y tinnitus (Griest et al., 2007).

No existen estudios sobre cambios auditivos provocados por ruido ambiental en la Escuela Francisco Morazán del Municipio de Managua ni en el hospital Lenin Fonseca.



### **III. JUSTIFICACION**

La ley 217 en Nicaragua contempla que el ruido es un contaminante del medio ambiente que pone en riesgo la salud de las personas, por lo cual debe haber una adecuada delimitación de la ubicación de grandes obras de infraestructura relativa al aprovechamiento de los recursos naturales incluyendo los hídricos; además que es constitucional el derecho de los habitantes de disfrutar de un ambiente sano, por lo cual se emitieron normas de emisión de sonido, ya que es conocido que los problemas de ruido ambiental generan limitaciones de capacidad auditiva en la población expuesta, lo cual se constituye un problema de salud pública.

Dado que se ha construido una bomba de agua potable en el área verde de la escuela Francisco Morazán, la cual emite un ruido continuo de decibeles desconocidos y molestos según la población, se decidió realizar el presente estudio para evaluar los cambios auditivos que este ruido pueda producir a la población estudiantil expuesta a la menor distancia de la bomba de agua en este centro escolar; de tal manera que dicho estudio brinda información suficiente a los tomadores de decisión de las instituciones del estado que brindan atención a las necesidades de la población, y en este particular a la prevención de la hipoacusia a la comunidad escolar expuesta.

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿El ruido ambiental en la escuela Francisco Morazán del municipio de Managua, provoca cambios auditivos a la población escolar expuesta, en el período de estudio de febrero a noviembre del 2014?

## **V. OBJETIVO GENERAL**

Determinar si el ruido ambiental en la escuela Francisco Morazán del municipio de Managua, provoca cambios auditivos en la población escolar estudiada.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Conocer algunas características sociodemográficas de los niños y niñas según los centros escolares.
2. Identificar el tiempo de exposición al ruido ambiental en los centros escolares
3. Identificar factores de riesgos asociados a cambios auditivos ante el ruido ambiental.
4. Describir manifestaciones clínicas desarrolladas posiblemente por la exposición al ruido ambiental en los centros escolares
5. Identificar cambios auditivos en los estudiantes al finalizar el año lectivo.

## VI. MARCO DE REFERENCIA

### EL SONIDO Y EL RUIDO

El sonido desde el punto de vista médico, es una sensación auditiva producida por una onda, que se propaga a través de un medio elástico (aire, líquido o sólido) a una velocidad característica de este. Sin embargo, no todas las ondas sonoras causan una sensación auditiva.

Se considera que el ruido es un sonido simple o complejo de alta intensidad, no deseado que genera intolerancia al oído, acompañado de una sensación de isplacer, y puede afectar en forma negativa la salud y bienestar de individuos o poblaciones.

#### **Características del Sonido y su influencia en el daño acústico inducido por el ruido**

La onda sonora tiene como características fundamentales:

- **Frecuencia:** La percepción de la frecuencia de los sonidos es como tonos graves o agudos. La frecuencia es el número de ciclos (oscilaciones) que una onda sonora efectúa por segundo; se mide en Hertz (Hz). La mayoría de los ciclos periódicos reales son bastante complejos y están constituidos por un componente en la frecuencia fundamental y otros componentes en múltiplos de esta frecuencia básica, llamados armónicos. El ser humano percibe el sonido en un rango de frecuencias relativamente reducido, aproximadamente entre 20 y 20.000 Hz. Los sonidos con frecuencias inferiores a 20 Hz. Se denominan

infrasonidos, en cambio si son superiores a 20 Khz. Son ultrasonidos, ambas si bien no son audibles al oído humano, sin embargo pueden ocasionar alteraciones físicas y/o psíquicas.

Las frecuencias más nocivas para el oído humano son las que están entre los 2 y 3 Khz. y son estas las que más frecuentemente se encuentran en las industrias; así mismo, las frecuencias bajas o vibraciones que son transmitidas por el suelo o por contacto directo con el elemento generador facilitarían la lesión del oído interno por micro desgarros y lesiones vasculares.

- **Intensidad.** La distancia a la que se puede oír un sonido depende de su intensidad, que es el flujo medio de energía por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación. En el caso de ondas esféricas que se propagan desde una fuente puntual, la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, suponiendo que no se produzca ninguna pérdida de energía debido a la viscosidad, la conducción térmica u otros efectos de absorción. Por ejemplo, en un medio perfectamente homogéneo, un sonido será nueve veces más intenso a una distancia de 100 metros que a una distancia de 300 metros. En la propagación real del sonido en la atmósfera, los cambios de propiedades físicas del aire como la temperatura, presión o humedad producen la amortiguación y dispersión de las ondas sonoras, por lo que generalmente la ley del inverso del cuadrado no se puede aplicar a las medidas directas de la intensidad del sonido. La intensidad relativa de un sonido con respecto a otro se define como 10 veces el logaritmo (con base 10) de la razón de sus intensidades. La intensidad fisiológica o sensación sonora de un sonido se mide en decibelios o decibeles (dB), son una cantidad adimensional. Así, el umbral

de la audición está en 0 dB, la intensidad fisiológica de un susurro corresponde a unos 10 dB y el ruido de las olas en la costa a unos 40 dB.

La escala de sensación sonora es logarítmica, lo que significa que un aumento de 10 dB corresponde a una intensidad 10 veces mayor: por ejemplo, el ruido de las olas en la costa es 1.000 veces más intenso que un susurro, lo que equivale a un aumento de 30 dB.

Los niveles racionales permisibles de ruido, las cifras medias marcan como límite aceptable 65 decibeles durante el día y 55 decibeles durante la noche, ya que la capacidad auditiva se deteriora en la banda comprendida entre 75 y 125 decibeles, y pasa a un nivel doloroso cuando se superan los 125 decibeles. El umbral de dolor llega en los 140 decibeles.

En la ciudad de Lima los niveles de ruido oscilan entre 35 y 85 decibeles, estableciéndose que entre 60 a 50 decibeles para el día y la noche respectivamente en zona residencial, para la zona comercial entre 70 y 60 dBs. Y se tolera entre 80 y 70 dBs. en las zonas tipificadas como industriales según normas de la Dirección Municipal de Fiscalización y Control de Lima.

- **Velocidad del sonido:** La frecuencia de una onda de sonido es una medida del número de vibraciones por segundo de un punto determinado. La distancia entre dos compresiones o dos enrarecimientos sucesivos de la onda se denomina longitud de onda. El producto de la longitud de onda y la frecuencia es igual a la velocidad de propagación de la onda, que es la misma para sonidos de cualquier frecuencia (cuando el sonido se propaga por el mismo medio a la misma temperatura).

La velocidad de propagación del sonido en aire seco a una temperatura de 0 °C es de 331,6 m/s. Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad del sonido; por ejemplo, a 20 °C, la velocidad es de 344 m/s., lo que sucedería por ejemplo en un ambiente cerrado como las lavanderías.

Los cambios de presión a densidad constante no tienen prácticamente ningún efecto sobre la velocidad del sonido. En muchos otros gases, la velocidad sólo depende de su densidad. Si las moléculas son pesadas, se mueven con más dificultad, y el sonido avanza más despacio por el medio. Por ejemplo, el sonido avanza ligeramente más deprisa en aire húmedo que en aire seco, porque el primero contiene un número mayor de moléculas más ligeras, situación que se da en el ambiente de lavandería por los vapores que emanan de los calderos.

**-Fuentes:** Los cuerpos en contacto con un medio elástico propagador, que son capaces de vibrar y transmitir mecánicamente tales movimientos por impulsión dinámica, constituyen las fuentes del sonido. Las máquinas, herramientas e implementos de producción podemos calificarlas como fuentes industriales. Si consideramos los vehículos (aéreos, terrestres o marítimos) y el funcionamiento de sus accesorios como rodamientos, motores, claxon, referimos tales fuentes como del transporte. Si aludimos a los enseres y modalidades de la vida cotidiana familiar, fuentes domésticas. Si pensamos en los aparatos y equipos de obras civiles, fuentes de la construcción. El sonido mecánico de la industria conlleva gran potencial de daño al aparato auditivo y frecuentemente es proporcional a la potencia de las máquinas.

**-Duración:** Los ruidos continuos son menos perturbadores que los intermitentes, ya que la impedancia auditiva puede modificarse, posibilitando una adaptación que no existe para los segundos.

**-Intermitencia:** Aunque el nivel mayor debería ser de 80 dB durante 8 hs., se pueden tolerar intensidades mayores sin consecuencias siempre que las mismas sean ocasionales, esporádicas e interrumpidas por tiempo de recuperación. Lo importante para evitar el DAIR es que al comenzar el día no exista fatiga auditiva residual.

## **EFFECTOS DEL RUIDO**

### **Efectos específicos en la salud**

El ruido afecta a todo ser humano en sus diferentes aspectos: orgánico, psíquico y social; en cuya génesis intervienen la intensidad, continuidad o discontinuidad, tiempo de exposición al ruido y características individuales.

En general, dentro de los efectos del ruido se encuentran:

- Interferencia en la comunicación
- Pérdida de la audición
- Perturbación del sueño



- Estrés
- Molestias o sensaciones desagradables que el ruido provoca. A menudo se acompaña de zumbido y tinnitus, en forma continua o intermitente.
- Efectos sobre el rendimiento
- Efectos varios

Dependiendo de los significados de los estímulos y el estado psicofisiológico, el sistema sensorial humano podría recibir más información de la que puede procesar por unidad de tiempo, lo que conduciría a un filtrado de las sensaciones que suprimiría la percepción monótona, aun siendo relevante en tareas de vigilancia, o alteraría la habilidad de discriminación con los estados de excitación, depresión, estrés o fatiga y se supeditaría a una fluctuación de su eficacia por estímulos irrelevantes que demanden atención. Las tareas que involucran señales auditivas pueden ser interferidas con el ruido por enmascaramiento de la percepción.

La duración y la intensidad del sonido en general pueden influir en el rendimiento expresado como actividades de control, rapidez de reacción, aprendizaje, memoria e inteligencia. Sin embargo, en términos de proceso productivo la estimulación sonora puede dar lugar a resultados controversiales, como el aumento de productos terminados en la jornada pero también en el número de fallos por lotes. Las actividades más afectadas por el ruido son las tareas de vigilancia, información y procesos analíticos.

La actividad intelectual parece influida por el escenario sonoro en que el hombre se desenvuelve. La concentración y la memoria a corto plazo pueden reducirse

con el nivel sonoro y el aprendizaje puede afectarse si el sonido compite en el escaso número de canales disponibles para la entrada de información.

Una de las funciones biológicas más susceptibles al ruido es el sueño. Así las personas que residen en ambientes ruidosos pueden presentar insomnio y cansancio al despertar, lo que puede afectar el rendimiento del día. El registro electroencefalográfico revela que los individuos que duermen con ruido tienen episodios REM menos numerosos y prolongados, siendo afectados los procesos restaurativos del sueño. El momento de aparición del ruido en el sueño, la sensibilidad del individuo, el estímulo acústico y la adaptación al ruido son factores que influyen en el efecto de interferencia.

### **Efectos Específicos sobre la Audición**

El conocimiento de los principios anatómicos y fisiológicos de la pérdida auditiva, la han clasificado en Pérdida Conductiva, cuando se interrumpe la transmisión del sonido del conducto auditivo externo al oído interno; y Pérdida neurosensorial, por lesión del oído interno o del nervio auditivo.

La exposición prolongada al ruido continuo, produce microlesiones del órgano de Corti, diversas teorías tratan de explicar estas lesiones, la teoría mecánica sugiere que las lesiones tisulares a nivel del órgano de Corti son causadas por una acumulación gradual de micro traumatismos, que van originando un estrechamiento en el limbo y secundariamente una dislocación en el anclado de la membrana tectoria, por lo que se produce una lenta pero inexorable pérdida de la células ciliadas.

La teoría vascular y líquidos laberínticos refiere una alteración de la circulación de los vasos cocleares, lo que genera una falta de irrigación parcial o total en distintas regiones del oído interno, la lesión básica corresponde a núcleos endoteliales hinchados que ocluyen la luz capilar, en la bifurcación de la arteria coclear en sus ramas basal y apical corresponde a un espacio de escasa vascularización en relación con la región tono tónica coclear de los 4 Khz a continuación de la pérdida celular, la endolinfa entra en los espacios líquidos del órgano de Corti por el orificio residual de la membrana reticular y un número secundario de células que rodean a dicho orificio pueden también ser dañadas lo que justificaría la observación de una degeneración de las células sensoriales, de sostén y de fibras nerviosas amielínicas, más allá del sitio correspondiente al daño inicial.

La teoría metabólica observa que la primera zona de la célula ciliada en alterarse corresponde a la zona de contacto con la región cuticular por lo tanto el contenido citoplasmático comienza su fuga hacia la rampa media, con el reblandecimiento de los anillos cuticulares se origina la ruptura de las células ciliadas externas y secundariamente de las internas se ha encontrado disminución del ácido, el glicógeno y los mucopolisacáridos proporcionalmente a la exposición prolongada de un estímulo sonoro y consecuentemente al daño celular.

En el oído medio existen dos estructuras musculares: los músculos del martillo y del estribo, que tienen función protectora de amortiguación de la intensidad sonora: el primero tensa la membrana timpánica y fija la cadena de huesecillos mientras que el segundo, no solo fija al estribo sino que simultáneamente extrae la platina del vestíbulo, este mecanismo genera una disminución mecánica de la

intensidad para bajas frecuencias de 45 dB para un sonido de 65 Hz, por lo tanto, el músculo del estribo reacciona ante las bajas frecuencias y el tensor del tímpano se contrae bajo la influencia de tonos más agudos, sin embargo, el mecanismo de protección generado por los músculos es mucho más efectivo para baja (inferiores a 2 kHz) que para altas frecuencias. Estos músculos actúan en forma refleja, bilateral y simétrica con un tiempo de respuesta entre 60 y 200 ms.; en presencia de un ruido discontinuo, se interferiría el mecanismo de contracción-protección, dando lugar a contracciones crónicas, tónicas y estados de espasmos, que dejarían al oído interno sin defensa.

El origen de las pérdidas auditivas se vincula a dos mecanismos diferentes. Uno responde al principio de dosis en que la duración y la intensidad del sonido constituyen factores de riesgo. El segundo mecanismo es el daño por sonido impulsivo.

Las pérdidas auditivas pueden ser temporales o permanentes. Las primeras se experimentan como un desplazamiento temporal del umbral auditivo o TTS (Temporal Threshold Shift) después de un corto período de exposición a sonido de alguna intensidad crítica, desplazamiento que puede ser medido por audiometría a 2, 10 o 30 min. (DTU2, DTU10, DTU30); en situaciones de exposición prolongada o ruidos muy intensos se produciría el desplazamiento permanente del umbral auditivo o PTS (Permanent Threshold Shift) La causa de esta pérdida temporal de la agudeza auditiva puede vincularse a una amplificación de la demanda de energía, lo que tras repetidas exposiciones a largo plazo, da lugar a un estadio de adaptación con un alargamiento de los tiempos de recuperación hasta las pérdidas permanentes.

A mayor duración del TTS, menor será la posibilidad de recuperación y si la exposición es repetitiva, la lesión del oído interno puede producir la pérdida auditiva permanente (PTS). Cualquier PTS es el resultado de la interacción de daño inducido por el ruido industrial y presbiacusia (pérdida de la audición por la edad), nosoacusia (variaciones de umbral causadas por patología que no sean ruido o edad) y socioacusia (causada por los ruidos diarios no industriales como música, transporte, entre otros).

### **PERDIDA AUDITIVA INDUCIDA POR RUIDO (PAIR)**

En la PAIR, la audición se define como discordante o sonido no encontrado, con lesión irreversible del oído interno. Sin embargo, es necesario destacar que la exposición a ruido industrial no es la única causa de esta afección.

Se define por daño auditivo como el nivel de audición con el cual los individuos comienzan a experimentar dificultades con la comprensión de las palabras. Luego de 16 horas del cese de la exposición pueden ser determinadas las pérdidas irreversibles, las que con pocas excepciones se manifiestan alrededor de los 4 Khz. inicialmente. El perfil audiométrico de estas pérdidas es semejante al de la presbiacusia.

Existe una amplia variación de susceptibilidad individual a la pérdida de la audición por ruido. Se ha determinado que la exposición a ruidos de intensidad elevada durante tiempo prolongado puede producir deterioro de la capacidad auditiva. Además, la frecuencia puede producir PAIR: se conoce que los sonidos de bajas frecuencias son menos dañinos para el oído interno, que los sonidos de alta frecuencia.

El ruido no afecta todas las frecuencias por igual, lesionando especialmente las frecuencias de 3000, 4000 y 6000 hz.; siendo posible medir la pérdida del umbral de la audición en personas expuestas a ruidos continuos por encima de 80 dB. Típicamente las frecuencias de 500, 1000 y 2000 hz. no son afectadas.

### **Características de la PAIR**

La PAIR asociada con la ocupación tiene ciertas características importantes:

- La pérdida auditiva se produce principalmente por daño neurosensorial por lesión de las células cocleares.
- El paciente tiene una historia de exposición prolongada a niveles de ruido suficientes para causar el grado de pérdida evidente de la capacidad auditiva o patrón audiológico correspondiente.
- La pérdida de la audición puede desarrollarse gradualmente en el transcurso de los años. La pérdida auditiva inicialmente es asintomática. La frecuencia del lenguaje no es afectada sino después de varios años.
- La PAIR es bilateral.
- La pérdida de la audición se desarrolla gradualmente en los primeros años y se agrava después de 8-10 años. Usualmente no progresa significativamente después de 10 años de exposición.

Después de 4 ó 5 años de exposición continua a ruido, si no hay pérdida de la audición para altas frecuencias, es poco probable que desarrolle pérdida progresiva de la capacidad auditiva por ruido.

- La pérdida de la audición puede iniciarse en frecuencias elevadas (3000 a 6000 hz.); generalmente igual para ambos oídos, lo cual puede variar según el efecto de la fuente de ruido sobre un oído en particular.

La pérdida de la capacidad auditiva se estabiliza si la persona es retirada de la exposición al ruido.

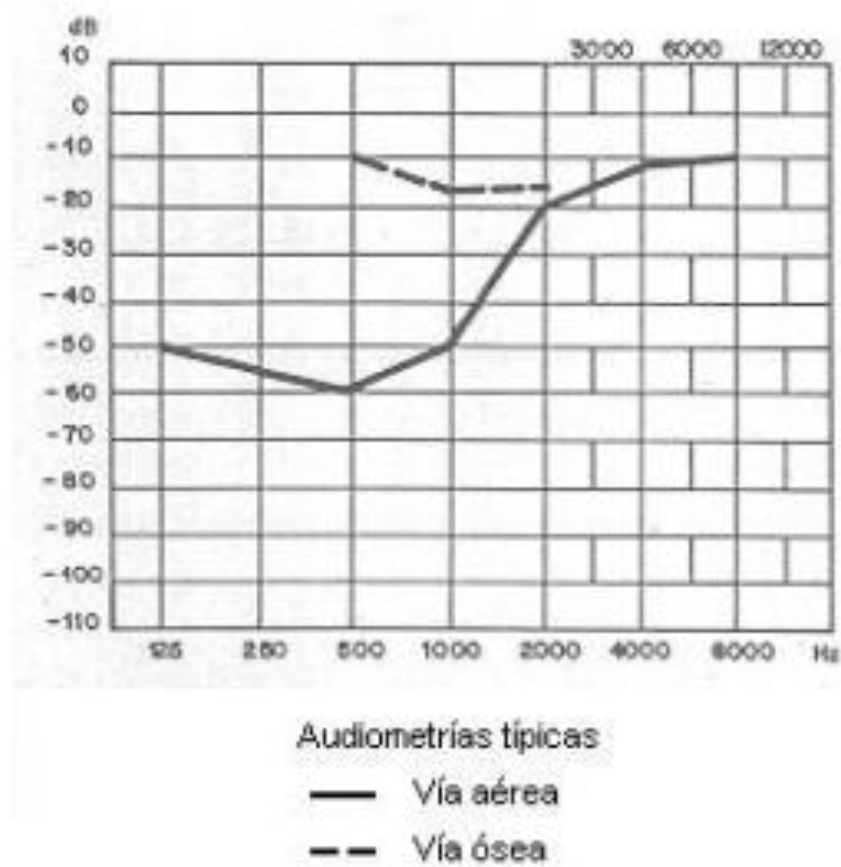
### **Interpretación audiométrica tonal**

La audiometría tonal nos da el nivel gráfico de sensibilidad auditiva a los tonos puros. Hay tres tipos de hipoacusia a considerar, cuyas gráficas son diferentes:

- hipoacusia de conducción, llamadas también de transmisión, en ellas la parte afectada del oído corresponde al oído externo y medio;
- hipoacusia de percepción llamadas también neurosensoriales, en ellas la parte afectada corresponde al oído interno, vías o centros auditivos; y
- las hipoacusia mixtas en las que hay a la vez lesiones en ambas partes del oído y que serán con predominancia de transmisión o de percepción según esté afectado en mayor o menor grado el oído externo, medio, interno o las vías y centros auditivos.

En las hipoacusias de conducción (transmisión) la curva en la vía aérea, está descendida toda ella o en parte y la curva de conducción ósea está normal o ligeramente descendida (véase figura 1).

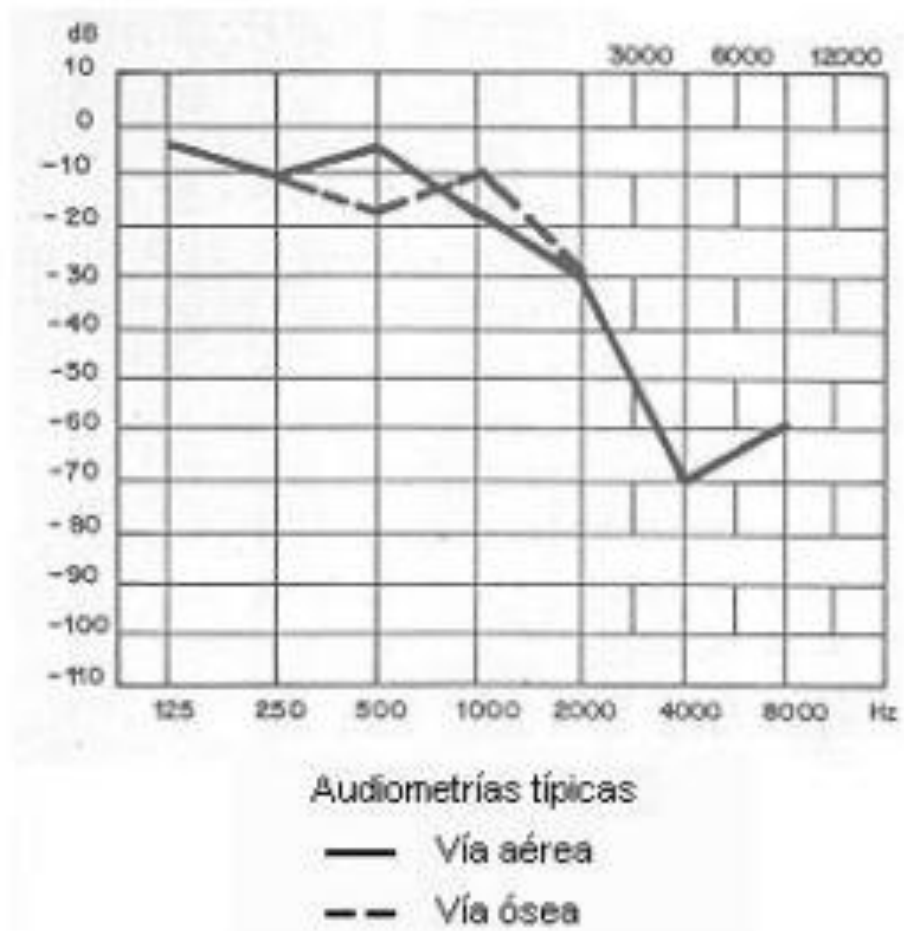
Figura 1





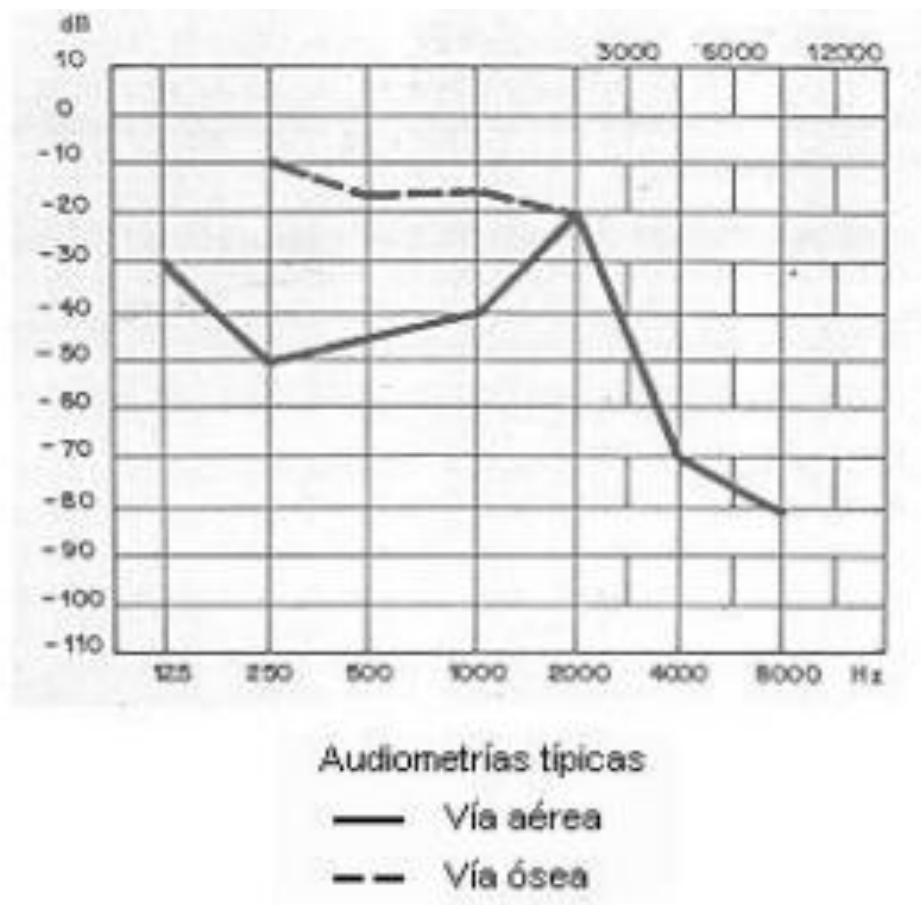
En las hipoacusias de percepción (neurosensoriales) la curva aérea y la ósea están descendidas paralelamente, poco en las frecuencias graves y fuertemente en las frecuencias agudas, pudiendo incluso estar cortadas (o no oírse) en las frecuencias muy agudas (4.000 hasta 8.000) (véase figura 2).

Figura 2



En las hipoacusia mixtas la curva de conducción aérea está descendida en toda la longitud de las frecuencias presentando un nivel muy bajo en las frecuencias elevadas. La curva de conducción ósea puede estar más o menos conservada en las frecuencias bajas o medias y muy descendida o desaparecida en las frecuencias altas (véase figura 3).

Figura 3



En la sorderas de conducción (transmisión), está afectado el oído externo o medio, de aquí que su tratamiento sea médico o quirúrgico y que la recuperación auditiva competa al otorrinolaringólogo; igualmente puede decirse de algunas sorderas mixtas en las que predomina la pérdida de transmisión, ya que se hallan afectados el tímpano o la cadena osicular (por defecto de osificación o por rarefacción ósea). En las sorderas de percepción del oído lesionado es el interno, en donde reside el Órgano de Corti, o bien las vías y los centros auditivos.

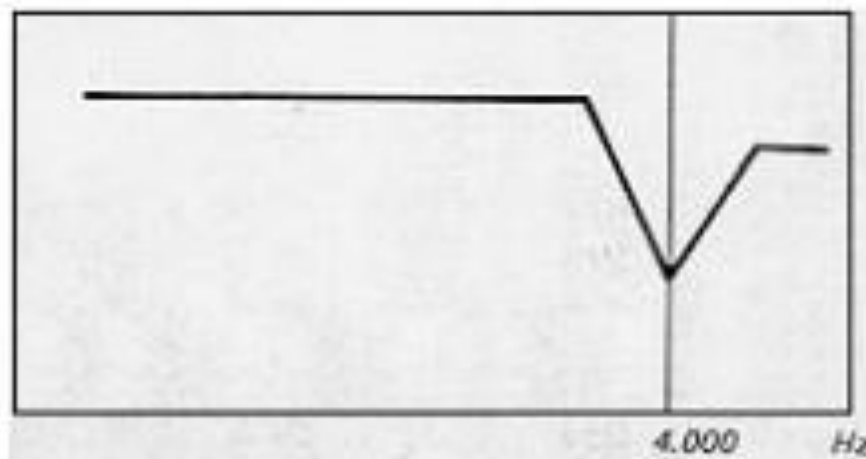
El Organo de Corti puede estar afectado por diversas causas: unas de tipo constitucional (congénitas, malformativas) otras de tipo tóxico y entre ellas debemos distinguir las endógenas (urea, glucosa, etc.) las tóxico medicamentosas (estreptomina, gentamicina, etc.) y las traumáticas que son o bien de traumas óseos (fracturas de peñasco, lesiones en las ventanas oval o redonda) o de traumas sonoros.

Estos traumas sonoros son los que interesan a los salubristas de lo que interesa estudiar particularmente su intensidad y su grado de agresividad en las distintas frecuencias, produciendo unas pérdidas auditivas parciales o globales y dando por lo tanto una sordera más o menos intensa.

Pérdidas por trauma sonoro El trauma sonoro puede producirse en un ambiente extralaboral (discotecas, música fuerte, tiro, deportivo, caza, tiro militar, aviación, motociclismo o automovilismo, submarinismo, etc.) o adquirido dentro de las horas de trabajo, o sea trauma sonoro y laboral.

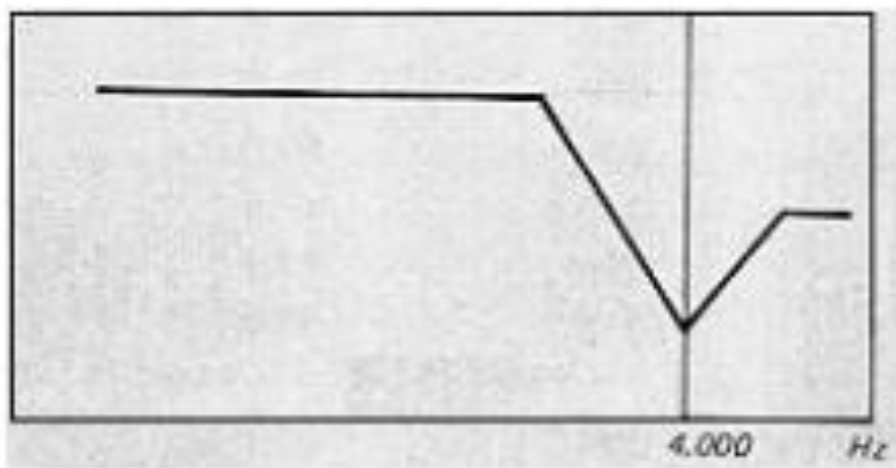
En el trauma sonoro se afectan las frecuencias agudas, principalmente la de 4.000, sin embargo, hay ruidos que pueden afectar a las frecuencias vecinas de 3.000 y de 6.000. Este trauma da en la audiometría una caída a la frecuencia 4.000 pero una recuperación a la frecuencia 6.000, es lo que llamamos escotoma traumático tipo 1. (Figura 4)

Figura 4: escotoma de primer grado.



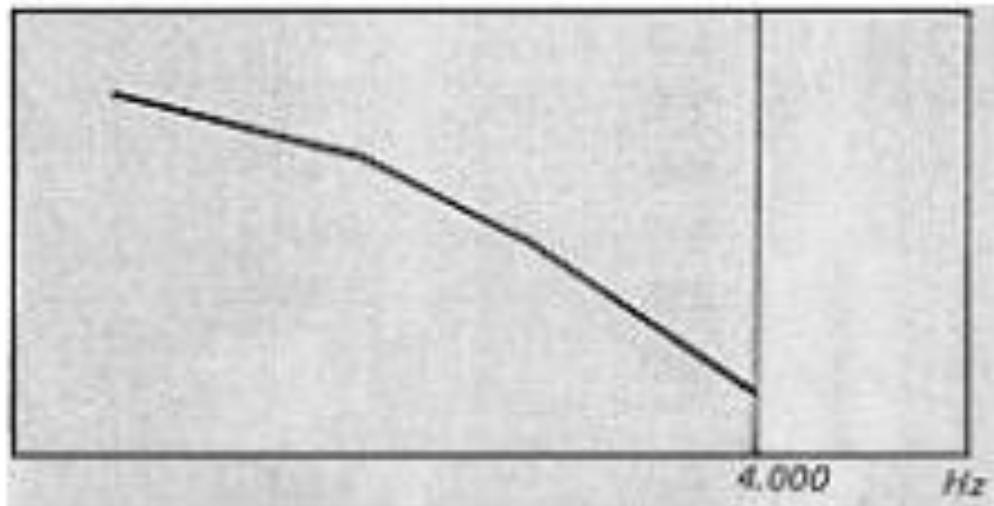
Este escotoma se profundiza con los años de exposición al ruido y la edad del paciente, se va ampliando y esta imagen va convirtiéndose en una cubeta-traumática tipo 2. (Figura 5).

Figura 5: escotoma segundo grado



Al incrementarse más el trauma se produce una falta de recuperación en la frecuencia 6.000, cada vez más evidente y una pérdida auditiva en la frecuencia 1.000 y progresivamente en todas las frecuencias graves hasta la 250, tipo 3. (Figura 6, tercer grado).

Figura 6: escotoma tercer grado



### Factores influyentes en la lesión auditiva

De la extensa lista de datos aparecidos en la literatura, se extraen los más representativos. Intensidad del ruido Se considera que el límite para evitar la hipoacusia es de 80 dB (A) para una exposición de 40 h. semanales, a un ruido constante.

Aunque no es un punto de total seguridad, por encima de esta cifra, la lesión parece y aumenta en relación con la misma. Frecuencia del ruido Las células ciliadas más susceptibles corresponden a las frecuencias entre 3000 y 6000 hz., siendo la lesión en la banda de 4000 hz. El primer signo en la mayoría de casos.

Algunos autores señalan la relación, curiosa pero típica, entre la lesión a una determinada frecuencia y la presencia de ruido correspondiente a la banda inmediatamente inferior.

Así, un escotoma a 4000 Hz. se correlaciona con exposiciones en la banda de octava de los 2000 Hz. Tiempo de exposición La lesión auditiva inducida por ruido sigue una función exponencial. Si el deterioro es importante puede continuar tras la exposición.

Susceptibilidad Individual Se acepta como un factor de riesgo, aunque es de difícil demostración por la cantidad de variables que intervienen en el desgaste fisiológico de la cóclea.

Edad: No hay acuerdo. La mayor probabilidad de lesión a partir de la mediana edad, se contrarresta con estudios en animales jóvenes que sugieren lo contrario.

Sexo: No hay estudios que confirmen la supuesta protección auditiva de la mujer con respecto al ruido.

#### Enfermedades del oído medio

Si existe una hipoacusia de conducción, se necesita mayor presión acústica para estimular el oído interno, pero cuando la energía es suficiente penetra directamente y provoca un daño superior al esperado. Por otra parte, cabe suponer mayor fragilidad coclear cuando existe una pérdida auditiva neurosensorial, aunque tampoco existen evidencias suficientes.

## Naturaleza del ruido

Es evidente que la exposición a ruido, de forma intermitente, es menos lesiva. Uno de los mecanismos organizativos para disminuir la probabilidad de lesión, es disminuir el tiempo de exposición. Los ruidos permanentes son menos lesivos que los pulsados, a igualdad de intensidades, gracias al sistema muscular de amortiguación del oído medio.

## Diagnóstico de PAIR

Historia y Examen Médico en la PAIR: Es importante la realización de una buena historia clínica. Es necesario investigar todos los factores que puedan estar relacionados con la etiología del deterioro de la capacidad auditiva.

El médico necesita saber si la pérdida auditiva es uni o bilateral; si es estable o fluctúa en el tiempo; y si guarda relación con la exposición del ruido. Historia de tinitus, ingestión de medicamentos ototóxicos (gentamicina, kanamicina, estreptomycin, rifampicina y otras), infecciones previas (mononucleosis, fiebre escarlata y micoplasma pneumoniae), antecedentes de meningitis (bacteriana o micótica), infecciones virales (citomegalovirus y herpes), antecedentes quirúrgicos, traumas previos, enfermedades sistémicas (diabetes, hipotiroidismo, enfermedad cardiovascular (arteriosclerosis e infarto al miocardio), sarcoidosis, tuberculosis, sífilis, artritis reumatoide, hipertensión, hiperlipidemia (obesidad) e hiperproteinemia), procesos alérgicos (otitis serosa media), y daño sobre el sistema nervioso central que afecten la audición (golpes, esclerosis múltiple y



otras lesiones). Adicionalmente es necesario conocer la historia de exposición a ruido con fines recreacionales o extralaborales.

El examen médico primario se hace con el otoscopio, para visualizar alguna anormalidad en la estructura del oído externo y membrana timpánica (perforación, retracción, o signos de otoesclerosis), presencia de secreción o sangre..

La siguiente tabla resume los efectos sobre la salud y un nivel orientativo a partir del cual se pueden producir, según la Organización Mundial de la Salud.

Entorno	Nivel de sonido dB(A)	Tiempo (h)	Efecto sobre la salud
Exterior de viviendas	50 - 55	16	Molestia
Interior de viviendas	35	16	Interferencia con la comunicación
Dormitorios	30	8	Interrupción del sueño
Aulas escolares	35	Duración de la clase	Perturbación de la comunicación
Áreas industriales, comerciales y de tráfico	70	24	Deterioro auditivo
Música en auriculares	85	1	Deterioro auditivo
Actividades de ocio	100	4	Deterioro auditivo

Fuente Organización Mundial de la Salud (20)

## Trauma acústico crónico

Las etapas de la evolución del trauma acústico crónico son cuatro.

1. La primera es temporal, es la única reversible es causada por fatiga de las células pilosas del órgano de Corti como respuesta a la estimulación sonora. No hay destrucción celular, al suspenderse la exposición es posible la recuperación anatómica y funcional de la cóclea. Ocurren en los primeros años de trabajo, no hay síntomas, pasa inadvertida, si acaso

presenta acúfeno al final de la jornada. Alrededor de los cinco años pasa a la segunda etapa.

2. Segunda etapa ocurren cambios fisiopatológicos en las estructuras celulares que generan destrucción. Relacionado a tiempo, magnitud y características del ruido. Circunscrito a 4000 Hz y zonas vecinas, puede haber acúfeno bilateral y agudos, de moderada intensidad. El daño en esta frecuencia es permanente.
3. Tercera etapa aparece aproximadamente a los 10 años. Hay mayor destrucción de las células pilosas antes y después de los 4000 Hz, cerca de la zona del habla, hipoacusia moderada. Habrá acúfeno intermitente, bilateral, agudo, intensidad moderada.
4. Cuarta etapa la hipoacusia es evidente, se presenta aproximadamente después de 20 años, hay lesión prácticamente de todo el órgano de Corti, siendo menor en la zona distal, los tonos graves. Hay una hipoacusia severa a profunda. Acúfeno más intenso y en ocasiones se presentan de manera constante. Es sujeta a todos los factores mencionados. Se pueden agregar otros problemas del oído interno, y aun sin estar en presencia de ruido continuar el daño. Se presenta frecuentemente el fenómeno del reclutamiento.

**El tratamiento médico** consiste en:

1. disminuir el tiempo de exposición,

2. disminuir la intensidad de sonidos de alta intensidad o eliminar la exposición al ambiente ruidoso.
3. Uso de protección auditiva de acuerdo a las normas vigentes y de acuerdo al tipo de exposición ambiental.
4. Atenuantes del daño celular (vitamina E, ácido fólico, otros multivitamínicos)
5. Adaptación audioprotésica y o de enmascaradores de acúfeno en caso necesario

### **Evaluación del resultado**

Cuantitativo: Ganancia funcional en caso de uso de auxiliar auditivo.

Cualitativo: Mejoría en la calidad de vida y rehabilitación de la patología coclear.

**Criterios de alta:** Pacientes que se encuentren audiológicamente estables, sin deterioro y con rehabilitación auditiva. Pacientes que decidan su alta voluntaria.

**Sonómetro:** es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora (de los que depende). En concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio. Si no se usan curvas (sonómetro integrador), se entiende que son ( $dB_{SPL}$ ).

Cuando el sonómetro se utiliza para medir lo que se conoce como contaminación acústica (ruido molesto de un determinado paisaje sonoro) hay que tener en cuenta qué es lo que se va a medir, pues el

ruido puede tener multitud de causas y proceder de fuentes muy diferentes. Para hacer frente a esta gran variedad de ruido ambiental (continuo, impulsivo, etc.) se han creado sonómetros específicos que permitan hacer las mediciones de ruido pertinentes.

En los sonómetros la medición puede ser manual, o bien, estar programada de antemano. En cuanto al tiempo entre las tomas de nivel cuando el sonómetro está programado, depende del propio modelo. Algunos sonómetros permiten un almacenamiento automático que va desde un segundo, o menos, hasta las 24 horas. Además, hay sonómetros que permiten programar el inicio y el final de las mediciones con antelación.

- Sonómetro de clase 0: se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.
- Sonómetro de clase 1: permite el trabajo *de campo* con precisión.
- Sonómetro de clase 2: permite realizar mediciones generales en los trabajos *de campo*.
- Sonómetro de clase 3: es el menos preciso y sólo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que sólo se utiliza para realizar reconocimientos.

La norma IEC 61.672 elimina las clases 0 y 3, restando exclusivamente las clases 1 y 2.

Sea del tipo que sea, básicamente, el sonómetro siempre está formado por:

- Un micrófono con una respuesta en frecuencia similar a la de las audiofrecuencias, generalmente, entre 8 Hz y 22kHz.
- Un circuito que procesa electrónicamente la señal.
- Una unidad de lectura (vúmetro, led, pantalla digital, etc.).
- Muchos sonómetros cuentan con una salida (un conector jack, por lo general, situado en el lateral), que permite conectarlo con un osciloscopio, con lo que la medición de la presión sonora se complementa con la visualización de la forma de la onda.

La circuitería electrónica permite al sonómetro realizar diversas funciones. Por ejemplo:

- Los sonómetros suelen disponer de un interruptor etiquetado como *Range* (rango) que permite elegir un rango dinámico de amplitudes específico, para conseguir una buena relación señal-ruido en la lectura. Por ejemplo, puede haber tres posiciones: 20-80 dB, 50-110 dB o 80-140 dB. De estos intervalos, el más usado es el segundo que va desde el nivel de confort acústico hasta el umbral de dolor. El tercer tipo es el que se utiliza para medir situaciones de contaminación acústica muy degradada. Los sonómetros más modernos y de mejor calidad tienen rangos tan elevados, por ejemplo, 20-140 dB, que se asegura una medida correcta en la mayoría de las ocasiones.

- En los llamados sonómetros integradores, el interruptor etiquetado como *Weighting* permite seleccionar la curva de ponderación que va a ser usada:
  - curva A ( $dB_A$ ). Mide la respuesta del oído, ante un sonido de intensidad baja. Es la más semejante a la percepción logarítmica del oído humano, aunque los estudios de psicoacústica modernos cuestionan esta afirmación. Se utiliza para establecer el nivel de contaminación acústica y el riesgo que sufre el hombre al ser expuesto a la misma. Por ello, es la curva que se utiliza a la hora de legislar
  - curva B ( $dB_B$ ). Su función era medir la respuesta del oído ante intensidades para intensidades medias. Como no tiene demasiadas aplicaciones prácticas es una de las menos utilizadas. Muchos sonómetros no la contemplan
  - curva C ( $dB_C$ ). Mide la respuesta del oído ante sonidos de gran intensidad. Es tanto, o más empleada que la curva A a la hora de medir los niveles de contaminación acústica. También se utiliza para medir los sonidos más graves
  - curva D ( $dB_D$ ). Se utiliza, casi exclusivamente, para estudiar el nivel de ruido generado por los aviones
  - curva U ( $dB_U$ ). Es la curva de más reciente creación y se utiliza para medir ultrasonidos, no audibles por los seres humanos.
- De igual modo que se permite realizar ponderación en frecuencia, la circuitería electrónica también permite hacer una ponderación en el

tiempo (velocidad con que son tomadas las muestras). Existen cuatro posiciones normalizadas:

- Lento (slow, S): valor (promedio) eficaz de aproximadamente un segundo.
- Rápido (fast, F): valor (promedio) eficaz por 125 milisegundos. Son más efectivos ante las fluctuaciones.
- Por Impulso (impulse, I): valor (promedio) eficaz 35 milisegundos. Mide la respuesta del oído humano ante sonidos de corta duración.
- Por Pico (Peak, P): valor de pico. Muy similar al anterior, pero el intervalo es mucho más corto entre los 50 y los 100 microsegundos. Este valor sirve para evaluar el riesgo de daños en el oído, ante un impulso muy corto pero muy intenso.

## **VII. HIPOTESIS**

EL RUIDO AMBIENTAL EN LA ESCUELA FRANCISCO MORAZAN DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, GENERA CAMBIOS AUDITIVOS EN LA POBLACION ESTUDIANTEL EXPUESTA.



## VIII. DISEÑO METODOLOGICO

**Tipo de estudio:** El presente estudio es analítico de de cohorte y de corte longitudinal prospectivo

**Lugar:** Escuela Francisco Morazán del municipio de Managua.

**Periodo:** Se realizó en el periodo de febrero a noviembre del año 2014

**Universo:** El universo estuvo constituido por los estudiantes de cuarto grado de primaria de la escuela Francisco Morazán que conformaron el grupo de los expuestos y los no expuestos son estudiantes de cuarto grado de la escuela Bello Amanecer de Managua.

**Expuestos:** Los casos fueron constituidos por todos los estudiantes del cuarto grado de la Escuela Francisco Morazán.

**No Expuestos:** Los controles fueron los alumnos del cuarto grado de la escuela Bello Amanecer

#### Criterios de inclusión:

1. Que el tutor o padre de familia acepten que su hijo o hija forme parte del estudio.
2. Que el niño o niña acuda regularmente al centro escolar y a la cita establecida.

#### Criterios de exclusión

1. Que el tutor o padres de familia se niegue a participar en el estudio o que no asista a la cita.
2. Que el niño o niña presente hipoacusia conductiva previa.
3. Que el niño o niña no sea portador de malformación congénita de oído.

***VARIABLES:***

Centro Escolar

Edad

Sexo

Antecedentes personales patológicos

Meses de exposición al ruido

Horas diarias de exposición al ruido

Hipoacusia

Irritabilidad

Problemas de atención

Acúfenos

Duración de los síntomas asociados

Cambios auditivos

**a. Recolección de la información**

Se realizó visita escolar para realizar una pesquisa de la condición otológica de los niños escolares, para realizar la selección de los niños que cumplen con los criterios de inclusión, posteriormente se les realizó una audiometría tonal liminal al inicio y al final del año lectivo, llenando ficha que colecta información de interés según objetivos del estudio,

analizándose la condición audiométrica, a través de la interpretación del audiograma.

### **Procesamiento y análisis de datos:**

Se realizó el análisis de los audiogramas para la clasificación del umbral auditivo de los casos y los controles, posteriormente la información se digitó en epi info, y los resultados se presentan en tablas y gráficos, conforme a los objetivos del estudio.

### **b. Consideraciones éticas:**

Por ética y respeto a los familiares de los niños y niñas participantes del estudio, no se revela información personal de los mismos, y se realizará intervención necesaria en el campo de la aplicación en Otorrinolaringología según las condiciones y normativas del Ministerio de salud, el presente estudio será de utilidad académica y para efecto de intervenciones oportunas con participación interinstitucional.

## OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

<b>Características Sociodemográficas</b>			
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN OPERATIVA</b>	<b>VALORES</b>	<b>ESCALA</b>
<b>Centro Escolar</b>	Espacio al que los seres humanos asisten para aprender. Se hace mención al edificio en sí mismo	Francisco Morazán  Bello Amanecer	Cualitativa
<b>Edad</b>	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento	8  9  10  11	Cuantitativa ordinal
<b>Sexo</b>	Condición orgánica que distingue a los varones de las mujeres	Masculino  femenino	Cualitativa
<b>Antecedentes personales patológicos</b>	Recopilación de información acerca de la salud de una persona	Complicaciones obstétricas  Infecciones óticas  ninguno	Cualitativa

<b>Meses de exposición al ruido ambiental</b>	Cantidad de meses en que se expusieron a ruido ambiental en su centro escolar	9 16 17	Cuantitativa ordinal
<b>Horas diarias de exposición al ruido ambiental</b>	Cantidad de horas diarias de exposición al ruido ambiental en su centro escolar	5 6	Cuantitativa ordinal
<b>Signos y síntomas que pueden estar asociados al ruido ambiental</b>			
<b>Hipoacusia</b>	Disminución de la capacidad auditiva.	SI NO	Cualitativa
<b>Irritabilidad</b>	Tendencia a irritarse por cualquier cosa, incluso por cosas que no irritan a otras personas	SI NO	Cualitativa
<b>Problemas de atención</b>	La dificultad o incapacidad de concentración o vigilancia, necesaria para llevar a cabo las tareas escolares	SI NO	Cualitativa

<b>Acúfenos</b>	Percepción subjetiva continuada o recurrente de un ruido o sonido sin que exista un estímulo acústico procedente del exterior	SI  NO	Cualitativa
<b>Duración de los síntomas</b>	Tiempo que transcurre entre el principio y el fin de de los síntomas referidos	15 a 30 minutos  31 a 60 min  Más de una hora  Menos de 15 min	Cuantitativa
<b>Cambios auditivos</b>	desplazamiento del umbral auditivo en las frecuencias de 3000 a 6000 hertz	Escotoma tipo 1  Escotoma tipo 2  Escotoma tipo 3	Cualitativa

## IX. RESULTADOS

1. En relación a los datos sociodemográficos de los niños y niñas vemos que el 50% (16) estudian en la escuela Francisco Morazán y el 50%(16) en la escuela de Bello Amanecer, para un total de 32(100%) niños y niñas es cada una de las escuelas. De los cuales se observó que en Bello amanecer mayoritariamente son niños de 10 años en un 50%(8), seguido en orden de frecuencia por la edad de 9 años con un 37.5%(6) y de 11 años en un 12.5%(2), y en la escuela Francisco Morazán, los niños y niñas tienen 9 y 10 años de edad en iguales porcentajes con un 37.5% (12) seguido de 11 años en un 18.8%(6) y de 8 años en un 6.3%(2). Para un total de 16(100%) niños y niñas es cada una de las escuelas. Con el distribución según sexo del 50%(8) masculinos y en igual proporción femenino en la escuela Bello Amanecer, y en la escuela Francisco Morazán son mayoritariamente femeninas en un 59.38%(19) y un 40.63%(13) son masculinos, para un total de 16(100%) niños y niñas es cada una de las escuelas. Ver tabla 1.
2. Respecto a la distribución de los niños y niñas según el tiempo de exposición al ruido se observó que en la escuela Bello Amanecer el 81%(13) de pasaron 9 expuestos al ruido ambiental del centro escolar, y el 19% (3) por 16 meses, y en la escuela Francisco Morazán se describe que el 62.5%(10) se expusieron al ruido durante 9 meses, el 31.3%(5) durante 17 meses y el 6.3%(1) durante 16 meses, para un total de 16(100%) niños y niñas, en cada una de las escuelas. Asimismo observamos que el tiempo de exposición fue de 5 horas diarias en el 100%(16) de los niños de Bello Amanecer y del 93.8%(15) en el Francisco Morazán. Ver la Tabla 2.



3. En relación a los antecedentes personales patológicos referidos por los progenitores de los niños y niñas, se encontró que en Bello amanecer el 87.5%(14) no hay antecedentes referidos, y un 12.5%(2) tienen historia de infecciones óticas a repetición. En el caso de los niños y niñas de la escuela Francisco Morazán, el 75%(12) los padres niegan antecedentes personales patológicos, en un 12.5%(2) refirieron infecciones óticas, y en igual porcentaje refirieron antecedentes de complicaciones obstétricas, específicamente antecedentes de hipoxia al nacer y de infecciones de vías urinarias durante el embarazo, para un total de 16(100%) niños y niñas es cada una de las escuelas. Ver la tabla 3 y gráfico 1.
4. En cuanto a los signos y síntomas posterior a la exposición diaria del ruido, en la escuela Bello Amanecer negaron percibir hipoacusia, irritabilidad, problemas de atención y acúfenos para un 0% de frecuencia, entre tanto en la escuela Francisco Morazán el 75% de los niños aquejaron acúfenos, el 31.3%(5) irritabilidad y el 25%(4) de los niños y niñas aquejaron problemas de atención y en igual porcentaje hipoacusia. Ver tabla 4 y gráfico 2
5. En relación a los cambios auditivos en los niños y niñas, en la tabla 12 se observa que en la escuela Francisco Morazán se identificaron tres casos con escotoma tipo 1 para un 18.8% de los niños de este centro, y en la escuela Bello Amanecer se identificó un caso con escotoma tipo 1 que representa el 6.25% del centro escolar, para un total de 4 casos identificados que

representan el 12.5% de los niños y niñas del estudio, no se encontraron cambios auditivos en el 93.75%(15) de los niños de la escuela Bello Amanecer y en el 81.3%(13) de la escuela Francisco Morazán, para un total de 87.5%(28) respectivamente. Ver tabla 5 y grafico 3

6. En la tabla 6 se observa que de los niños y niñas incluidos en el estudio, el 23.1%(3) del sexo masculino y el 5.3%(1) del sexo femenino presentaron cambios acústicos, y el 87.5% de los niños y niñas no presentaron alteración audiométrica. Ver gráfica 4
7. En la tabla 7 respecto a los antecedentes personales patológicos se encontró que del 12.5% de niños y niñas con cambios audiométricos de control, los dos niños que refirieron antecedentes de complicaciones obstétricas presentaron cambios auditivos, para un 100% de proporción, de los 4 niños de quienes refirieron antecedentes de infecciones óticas, ninguno presentó cambios auditivos, y de 26 niños y niñas de quienes negaron antecedentes personales patológicos el 7.7%(2) presentaron cambios auditivos en su audiometría de control. Ver gráfica 5.

## X. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Se encontró una distribución equitativa de niños y niñas incluidos en el estudio, cuyas edades están comprendidas entre los 8 y los 11 años, constituyéndose un grupo poblacional que teóricamente no se han expuesto a mucho ruido ambiental, y no cuentan con el proceso de envejecimiento natural que se constituye un factor de riesgo para sufrir pérdida auditiva asociada a ruido ambiental, como lo describe la bibliografía, en nuestros resultados las niñas son quienes mayoritariamente presenta cambios auditivos, sin embargo la bibliografía describe que no hay relación entre el sexo y la producción de pérdidas auditivas inducidas por ruido, en este caso probablemente se debe a que las niñas ocupan el mayor porcentaje en la matrícula escolar.
2. El porcentaje de niños y niñas que se identificaron con antecedentes personales patológicos es bajo; en la escuela Francisco Morazán se describe principalmente antecedentes de complicaciones obstétricas relacionadas con un trabajo de parto prolongado que produjo hipoxia y lesión neural soportado por electroencefalograma en un caso y con infecciones de vías urinarias a repetición en otro, cuya madre recibió gentamicina como tratamiento, el otro antecedente descrito en ambos centros escolares es la otitis, ambas patologías descritas son consideradas como factores de riesgos para sufrir pérdida auditiva inducida por el ruido (PAIR), relación válida en el grupo de la Escuela Francisco Morazán ya que todos los que tienen antecedentes patológicos relacionados con complicaciones obstétricas presentaron

escotomas acústicos, sin embargo los que tienen antecedentes de infecciones otológicas no presentaron cambios acústicos, siendo el primero el principal factor predisponente para sufrir PAIR .

3. El tiempo de exposición al ruido ambiental prácticamente es igual en ambos grupos estudiantiles, y se corresponde con el año lectivo establecido en el país por el Ministerio de Educación, en el centro Francisco Morazán lo niños con mayor exposición es secundario a que son hijos de trabajadores del mismo centro y por no haber promovido de año escolar, siendo la moda la exposición la de 5 horas diarias por los 8 meses para ambos centros educativos. Según la bibliografía para que se produzca daño acústico asociada al ruido debe ser por 8 horas o más, con ruidos mayor de 75db en las frecuencias altas valor cercano al ruido identificado en el centro Francisco Morazán con 70 decibeles provocado por el motor de un pozo de agua lo que fue causa de discomfort en la comunidad,
4. En cuanto a los síntomas referidos por los niños y niñas, el principal síntoma asociado posterior al egreso escolar fueron los acúfenos, seguido con igual frecuencia la hipoacusia, irritabilidad y déficit de atención en la escuela Francisco Morazán, síntomas que la bibliografía relaciona ampliamente con el ruido ambiental y que provoca bajo rendimiento escolar y hasta laboral, así como el daño auditivo, por lo tanto podemos considerar que dicha sintomatología de mayor prevalencia en los niños y niñas de la escuela Francisco Morazán pueden estar asociadas al ruido ambiental al que están expuestos. Lo que a su vez tiene amplia relación con la duración de

los síntomas que según la bibliografía dice que las personas expuestas a ruido ambiental, según la cercanía con la fuente de sonidos, la transmisión del ruido en campo abierto, sin protección y la alta intensidad del mismo son factores que contribuyen a la producción de PAIR

5. Al compara los audiogramas al inicio del año escolar con relación al cierre del año escolar 2014 se encontraron cambios auditivos, con escotomas en la frecuencia de los 4000 hertz, claramente relacionados con ruido ambiental según lo descrito en la bibliografía con descenso de entre 10 y 20 decibels en dicha frecuencia en los 3 estudiantes de la escuela Francisco Morazán cuya frecuencia de es igual con las estadísticas de los Estados Unidos, aunque en dicho país se relaciona con el usos de la música recreacional a cuya tecnología no tienen acceso los niños del estudio por su condición de pobreza, de tal modo los estudiantes de la escuela Francisco Morazán tienen 3.3 veces más riesgo de sufrir PAIR en relación a los estudiantes de bello amanecer con un RR de 3.3, y con una incidencia de PAIR del 12.5% atribuible al ruido ambiental existente en la escuela Francisco Morazán y que según el coeficiente Q de Kandal que tiene el valor de 1 punto respecto al ruido ambiental del centro escolar descrito existe un alto grado de asociación del ruido ambiental con la generación de PAIR en los estudiantes de cuarto grado de la escuela Francisco Morazán, en relación a los de Bello Amanecer.

## XI. CONCLUSIÓN

Según resultados estadísticos de nuestro estudio podemos afirmar que existe un alto nivel de asociación entre los cambios acústicos y ruido ambiental en la escuela Francisco Morazán, con un RR de 3.3, RA de 12.5%, Q de Kandal de 1, se confirma la hipótesis planteada en el presente estudio.

En los niños y niñas con antecedentes patológicos relacionados con complicaciones obstétricas y que son expuestos al ruido ambiental de la escuela Francisco Morazan tienen mayor riesgo de sufrir cambios acústicos.

## XII. RECOMENDACIONES

1. Se recomendó a Enacal hacer las gestiones pertinentes para realizar control del ruido generado por el motor del pozo de agua en el centro escolar Francisco Morazán, cuyo resultado fue el cambio del motor aéreo por uno subterráneo, eliminando el ruido ambiental
2. Se recomendó al Ministerio de Educación solicitar estudios de impacto ambiental antes de aprobar nuevos proyectos de ejecución en la vecindad del centro escolar
3. Debe darse seguimiento cercano a los niños y niñas que sufrieron cambios auditivos, con la finalidad de evitar deserción de los centros escolares por incapacidad auditiva.
4. Realizar campañas de educación, información y comunicación basados en la ley de control de ruido, para el cumplimiento de las normas en la prevención del daño acústico, a través de la participación ciudadana y autocuido personal.

### XIII. BIBLIOGRAFIA

1. Alberti, P. W. Occupational hearing loss. *Acta Otolaryngol* 87(3-4):255-263, 1979.
2. Cochlear changes in guinea pigs. *Acta Otolaryngol* 86(5-6):394-400, 1978, Gloag, D. Noise: hearing loss and psychological effects. *Br Med J* 15(281):1325. 1980.
3. Paparella-Shumricks, A. *Otolaryngology*. Philadelphia, W. B. Saunders, 1980.
4. Peters, W. Acoustic trauma effects with varying exposure times. *Arch Otorhinol* 230(3):265-271, 1981.
5. Piura López Julio. Metodología de la investigación científica, un enfoque integrador. 7ma edición. 2012
6. Robinson, D. W. Audiometry in industry. *Br Med J* 2~706, 1978. Rop, 1. Study of the hearing losses of industrial workers with occupational noise exposure. *Audiology* 18(3):181-196, 1979.
7. Ministerio de trabajo y asuntos sociales España. Dr. Vilas Ribot. Valoración del trauma acústico. 1988.
8. Luna Francisco Guía Clínica de hipoacusia inducida por ruido. MG-SAF-07. Pag 1-12. Rev. 1. 2012.
9. Enciclopedia de Salud y Seguridad del Trabajo. Suter Alice. Ruido, riesgos generales. Cap.47 pag. 1-20



10. Audiología práctica. Gonzalo de Sebastián. Edit. Panamericana. 5ª edición.
11. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Wayne Daniel Edit. Limusa. 1996. .

**ANEXOS**

Tabla 1. Distribución de niños y niñas según centro escolar de estudio

Centro Escolar	Bello Amanecer		Francisco Morazán		TOTAL	
	No	Porcentaje	No	Porcentaje	No	Porcentaje
Estudiantes	16	50.0	16	50%	32	100%
EDAD	No	Porcentaje	No	Porcentaje	No	Porcentaje
8	0	0%	2	12.5%	2	6.3%
9	6	37.5%	6	37.5%	12	37.5%
10	8	50.%	4	25%	12	37.5%
11	2	12.5%	4	25%	6	18.8%
Total	16	100%	16	100%	32	100%
SEXO	No	Porcentaje	No	Porcentaje	No	Porcentaje
Femenino	8	50%	11	68.8%	19	59.38%
Masculino	8	50%	5	31.3%	13	40.63%
Total	16	100%	16	100%	32	100%

Tabla 2. Distribución de niños y niñas según tiempo de exposición al ruido ambiental según centro escolar.

Meses de exposición a ruido	Bello Amanecer		Francisco Morazán		TOTAL	
	No	Porcentaje	No	Porcentaje	No	Porcentaje
9	13	81%	10	62.5%	23	71.88%
16	3	19%	1	6.3%	4	12.50%
17	0	0%	5	31.3%	5	15.63%
Total	16	0%	16	100%	32	100%
Horas de exposición diaria a ruido	No	Porcentaje	No	Porcentaje	No	Porcentaje
5	16	100%	15	93.8%	31	96.88%
6	0	0%	1	6.3%	1	3.13%
Total	16	100%	16	100%	32	100%

Tabla 3. Frecuencia de niños y niñas con antecedentes personales patológicos según centro escolar

Antecedentes personales patológicos	Bello Amanecer		Francisco Morazán		TOTAL	
	No	Porcentaje	No	Porcentaje	No	Porcentaje
Complicaciones obstétricas al nacer	0	0%	2	12.5%	2	6.25%
Infecciones óticas	2	12.5%	2	12.5%	4	12.5%
Ninguno	14	87.5%	12	75%	26	81.25%
Total	16	100%	16	100%	32	100%

Tabla 4. Frecuencia de signos y síntomas referidos por los niños y niñas posterior a la exposición diaria al ruido ambiental según centro escolar

Síntomas postexposición	Bello Amanecer		Francisco Morazán	
	No	Porcentaje	No	Porcentaje
Hipoacusia	0	0%	4	25%
Irritabilidad	0	0%	5	31.3%
Problema de atención	0	0%	4	25%
Acufeno	0	0%	12	75%
Total	16	100%	16	100%

Tabla 5. Cambios auditivos en niños y niñas según centro escolar

Cambios auditivos	Bello Amanecer		Francisco Morazán		TOTAL	
	No	Porcentaje	No	Porcentaje	No	Porcentaje
Escotoma tipo 1	1	6.25%	3	18.8%	4	12.5%
ninguno	15	93.75%	13	81.3%	28	87.5%
Total	16	100%	16	100%	32	100%

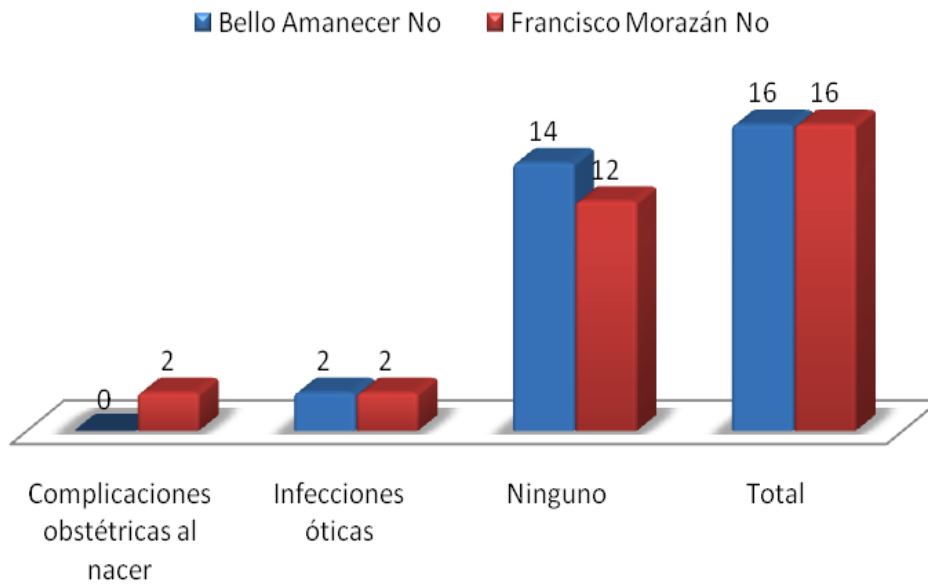
Tabla 6. Distribución de los niños y niñas con cambios auditivos según el sexo

Cambios auditivos	Femenino		Masculino		TOTAL	
	No	Porcentaje	No	Porcentaje	No	Porcentaje
escotoma tipo 1	1	5.3%	3	23.1%	4	12.5%
ninguno	18	94.7%	10	76.9%	28	87.5%
Total	19	100%	13	100%	32	100%

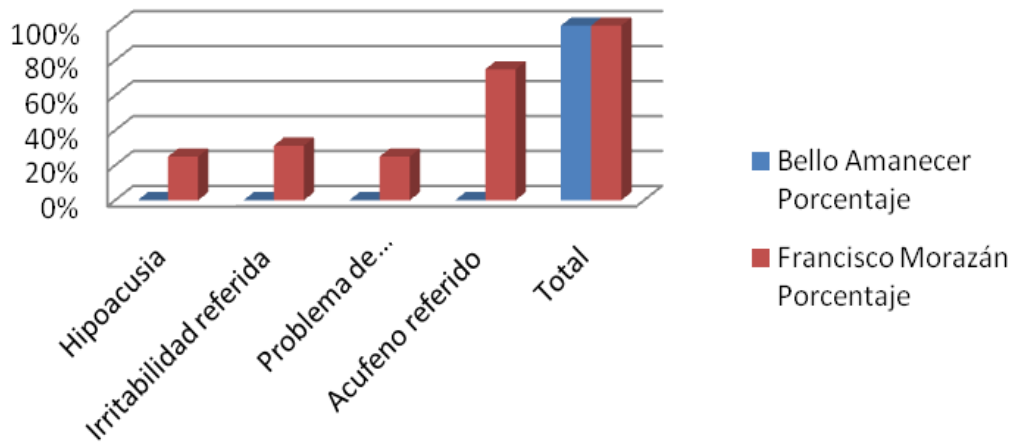
Tabla 7. Distribución de los niños y niñas con cambios auditivos según antecedentes personales patológicos

Cambios auditivos	Complicaciones obstétricas		Infecciones óticas		Ninguno		TOTAL	
	No	Porcentaje	No	Porcentaje	No	Porcentaje	No	Porcentaje
escotoma traumatico tipo 1	2	100%	0	0%	2	7.7%	4	12.5%
ninguno	0	0%	4	100%	24	92.3%	28	87.5%
Total	2	100%	4	100%	26	100.0%	32	100.0%

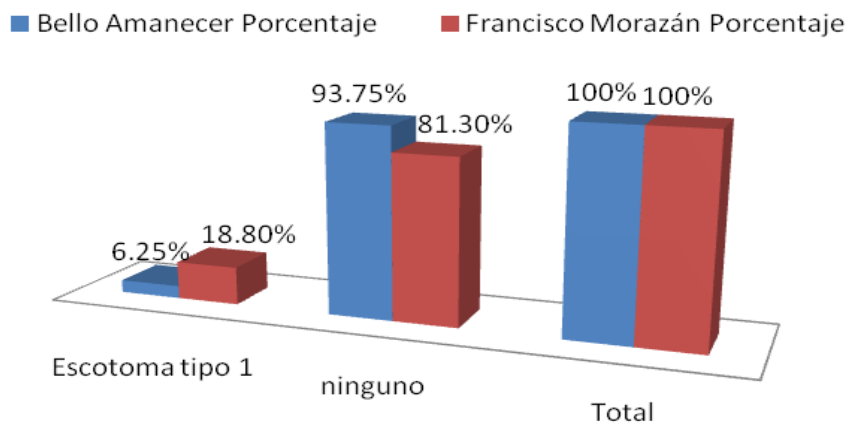
**Gráfico 1. Frecuencia de niños y niñas con antecedentes personales patológicos según centro escolar**



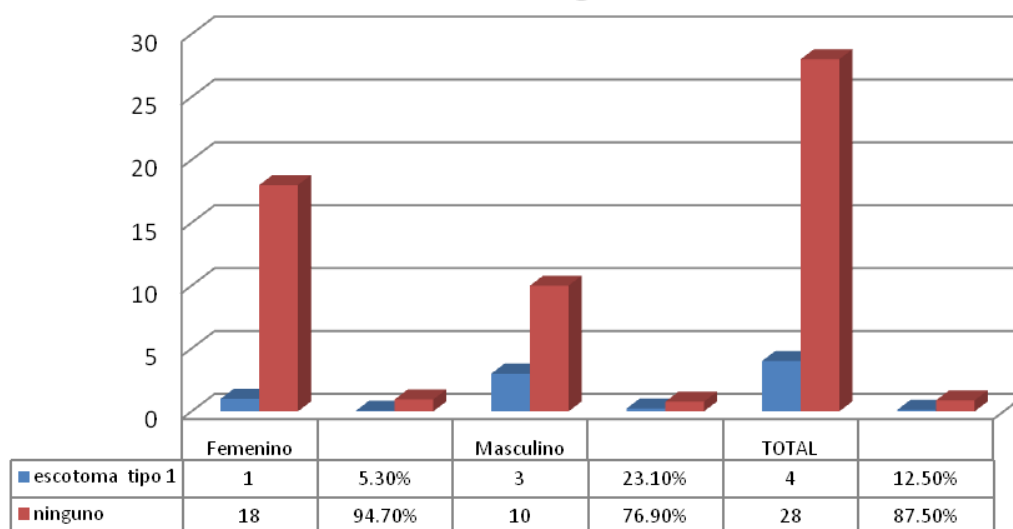
**Gráfico 2. Frecuencia de signos y síntomas referidos por los niños y niñas posterior a la exposición diaria al ruido ambiental según centro escolar**



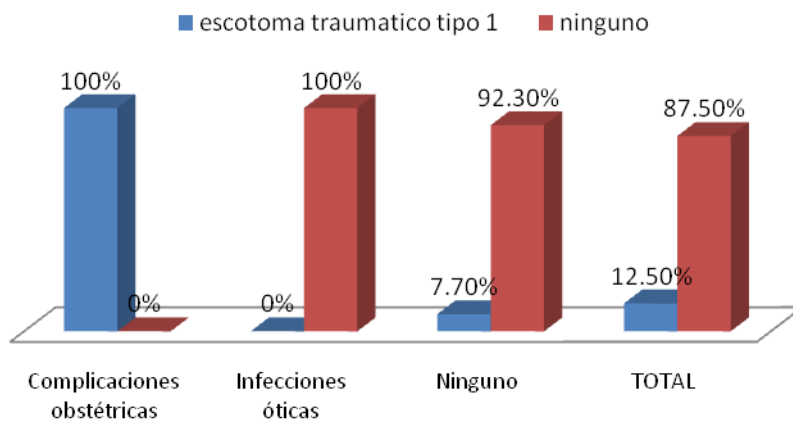
**Gráfica 3. Cambios auditivos en niños y niñas según centro escolar**



**Gráfica 4. Distribución de los niños y niñas con cambios auditivos según el sexo**



**Gráfica 5. Distribución de los niños y niñas con cambios auditivos según antecedentes personales patológicos**





**iniciales:**\_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Acúfenos: SI\_\_\_\_\_ NO\_\_\_\_\_

### Escotoma traumático tipo 3\_\_\_